第20卷 第1期　　昆 虫 学 报　　Vol. 20, No. 1
1977 年 2 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　February, 1977

抗菌素对于数种害虫的毒效试验

中国科学院北京动物研究所昆虫生理研究室代谢组

摘要　本工作收集了三十多种抗菌素(其中农用的 14 种)对蜡螟、粘虫、棉铃虫、桃蚜进行了毒效试验。结果表明同一抗菌素对不同昆虫的效果不同：在蜡螟中以放线菌酮、庆丰霉素、灭瘟素、土霉素、春雷霉素等毒效较高；对于粘虫和棉铃虫，只有灭瘟素效力较好；但在桃蚜中则灭瘟素的效果不及庆丰霉素。对于抗菌素引起昆虫死亡的原因进行了检查和讨论。

一、引　　言

目前，从微生物分离出来的抗菌素种类很多，共计不下数千种，在医学和农业上的应用非常广泛。它们一般为微生物的代谢产物，按分子结构的特点，可分成蛋白质衍生物、糖类衍生物、脂肪衍生物等；其中可再分成氨基酸衍生物、寡肽、多肽、糖甙、大环内酯、核甙、杂环等等。但最受人们注意的，是它们对各种生物如细菌、哺乳动物、昆虫等在细胞或分子水平上的作用机理。这不仅是了解抑制致病微生物在动物体内和在农作物上繁殖致病的原理，从而在实践中为寻找有效的治病方法提供依据，同时也可用抗菌素作为工具，来深入探索各类生物体内和细胞中的代谢途径。就在细胞水平来讲，抗菌素中有抑制或影响核酸和蛋白质合成的，有作用于核蛋白体、线粒体或其它细胞器而使细胞不能正常进行合成和能量代谢的，有作用于细胞壁的合成或质膜的渗透性，从而影响细菌的生活和繁殖，等等。近年来，有关它们的研究和应用大大丰富了分子生物学和细胞化学的内容。

应用抗菌素来防治农作物的病害已有较长的历史。以抗菌素防治害虫和螨类近年来也在试验研究之中。最早的工作是在五十年代初发表的（Kido 和 Spyphalski, 1950)；到七十年代，因要解决使用杀虫药剂引起环境污染的问题，不少国家都在筛选杀虫和杀螨的抗菌素。目前多数仍限于实验室的研究，只有少数进行了田间试验，并作为专利商品(O'Connell, 1966; Lemin 和 O'Connel, 1966)，但可预料以后会有更大的进展。研究较多的对象是红蜘蛛和蚜虫；今已发现某些抗菌素对于它们的生长和生殖有一定的抑制作用，而且见到不同昆虫对同一种抗菌素的反应不同，显示了此类物质作用的专一性。此外，抗菌素也曾在桑蚕的饲养和蚕丝的增产上进行了研究（Murthy 和 Sreenivasaya, 1953; Verma 和 Kushwaha, 1971)。凡此种种，都值得我们注意。

本工作初步试验了我国目前生产或常用的医药和农用抗菌素对于几种害虫的毒效。所用害虫种类有蜡螟（*Galleria mellonella*)、粘虫（*Leucania separata*)、棉铃虫（*Heliothis armigera*）和桃蚜（*Myzus persicae*)。抗菌素的主要种类如表 1 所示。目的在于筛选出在害虫防治上有实际应用价值的抗菌素种类，研究它们的杀虫生理活性，以便进一步从代谢的角度阐明它们作用的原理。今将结果报道如下。

表1 本工作所用抗菌素的种类和特性

抗菌素	化学类型	生物来源	作用特性
氯霉素	氯胺苯醇	*Streptomyces venezulae*	抑制蛋白质生物合成
青霉素	寡肽	*Penicillium notatum*	抑制细菌细胞壁合成
先锋霉素	寡肽	*Cephalosporium* 产生的头孢菌素C	抑制细菌细胞壁合成
万古霉素	化学结构未知、含氨基酸和葡萄糖	*Strept. orientalis*	抑制细菌细胞壁合成
杆菌肽	多肽	*Bacillus licheniformis*	影响细胞膜透性
利福平	多肽	*Strept. mediterranei*	作用于DNA
抗敌素	多肽	*B. colistinus*	与细菌细胞壁内质膜结合并损坏之，破坏透性
多粘菌素	多肽	*B. polymyxa*	与细菌的质膜结合
内疗素	可能是复合物，正放线菌酮是其组分之一	*Strept. hygrospinosus*	见放线菌酮
放线菌酮	戊二亚胺	*Strept. griseus* 等	抑制RNA的合成
链霉素	氨基糖甙	,, ,,	抑制蛋白质合成
春雷霉素	氨基糖甙	*Strept. microaureus*	与春日霉素相似,抑制蛋白质合成
巴龙霉素	氨基糖甙	*Strept. rimosus* f. *paromomycinus*	抑制蛋白质合成
卡那霉素	氨基糖甙	*Strept. kanamyceticus*	抑制蛋白质合成
新霉素	氨基糖甙	*Strept. fradiae*	抑制蛋白质合成
庆大霉素	氨基糖甙	*Micromonospora echinospora* 等	抑制蛋白质合成
红霉素	大环内酯	*Strept. erythreus*	抑制蛋白质合成,作用于70S核蛋白体
白霉素	含铁大环	*Strept. subtropicus*	抑制蛋白质合成,作用于70S核蛋白体
济南霉素[1]	杂环	游动放线菌 *Actinophanes* 拟定名为济南游动放线菌	未见报道
井冈霉素	氨基糖甙	*Strept. hygroscopicus* var. *jinggangensis*	未见报道
新生霉素	香豆素	*Strept. niveus*	作用于核酸
多氧菌素	核甙	*Strept. cacaoi* var. *asoensis*	抑制几丁质的生物合成
庆丰霉素	核甙	*Strept. qingfengmyceticus*	未见报道
灭瘟素	核甙	*Strept. griseochromogenes*	与日本杀稻瘟菌素S很相似，抑制蛋白质合成
四环素	丙二酰辅酶A作为结构单位衍生而成	*Strept. aureofaciens* 等	抑制蛋白质合成
土霉素	丙二酰辅酶A作为结构单位衍生而成	*Strept. rimosus* 等	抑制蛋白质合成
金霉素	丙二酰辅酶A作为结构单位衍生而成	*Strept. aureofaciens* 等	抑制蛋白质合成
强力霉素	丙二酰辅酶A作为结构单位衍生而成	人工半合成产物,系6-脱氧四环素	抑制蛋白质合成
曲古霉素	多烯大环内酯	*Strept. hachijoensis*	影响细胞膜透性
制霉菌素	多烯大环内酯	*Strept. noursei*	影响细胞膜透性

1）以前称创新霉素。

二、对于蜡螟的试验

由于蜡螟易于饲养，所以用它来对我们所收集的近四十种抗菌素进行初步筛选。

以自然饲料（蜜蜂巢脾）喂养的蜡螟幼虫用加抗菌素的人工饲料在 35℃ 恒温中饲养 7 天，计算其死亡率和体重增加倍数。所用幼虫均在初龄阶段，体重为 2—5 毫克之间。人工饲料由玉米粉、麦麸、面粉、酵母粉以 8:5:3:2 的重量比混和，加约等重的蜂蜜、甘油（按体积 1:1）混合物在研钵中研匀。在配制含 0.5% 抗菌素的饲料时，以上述的玉米粉等混合干粉 8.25 克，加抗菌素粉剂 75 毫克，在研钵中充分研匀，再加蜂蜜甘油混合物 6.75 克研匀。如抗菌素为溶液，则在干粉中按比例加一定体积的抗菌素溶液，晾干后再加蜂蜜甘油混合物。此饲料可供 50 头幼虫取食 7 天。每种抗菌素试验所用幼虫为 50 头，在试验前称取体重，在试验结束时检查死亡率并称取活虫的体重。每种抗菌素的幼虫死亡率以对照组（人工饲料中不加抗菌素，幼虫平均死亡率为 10%）用 Abbot 公式校正。求出每组活虫在试验后体重增加倍数与对照组进行比较，试验组的增加倍数被对照组的增加倍数除后乘 100，即为该组幼虫体重增加倍数的指数，用以作为衡量幼虫生长的标准。结果如表 2 所示。由于原药的浓度不同，饲料中所含抗菌素浓度也不一致，但可作为比较。

从表 2 可见对蜡螟幼虫效果最高的有：灭瘟素、庆丰霉素和放线菌酮，幼虫的死亡率均为 100%。效果较高的有：土霉素和春雷霉素，幼虫死亡率在 90% 上下。显示中等效果的有：新霉素、新霉胺、庆大霉素、曲古霉素、“1254”、“344”、“4896”、井冈霉素、内疗素 2 号、四环素和济南霉素（前称创新霉素），幼虫死亡率的范围在 30% 和 70% 之间。效果较小的有：巴龙霉素、白霉素、抗敌素、杆菌肽、制霉菌素、双氢链霉素等，幼虫死亡率自 15% 到 25% 不等。幼虫死亡率为 0、显示无效的有：青霉素、先锋霉素、多氧菌素、多粘霉菌、利福平和利福 SV；而接近无效的有：卡那霉素、卡那 B、链霉素、金霉素、万古霉素、红霉素和新生霉素。

在试验中，没有见到一种抗菌素的幼虫体重超过对照组的，这表明所用的抗菌素中没有一种对蜡螟幼虫的生长是有促进作用的。但用同种抗菌素的幼虫其生长情况可有相当大的差别，这表明个体间对抗菌素的反应不同。

从幼虫的死亡率和体重增加指数来考虑，如果死亡率低、体重增加倍数高的，便表明这种抗菌素对幼虫既无毒效，又无拒食作用。例如先锋霉素和青霉素。如果死亡率较低而且体重增加倍数不高，也即生长缓慢的，便可能表明毒效虽不高，但有拒食作用，幼虫取食少，因而体重增加不多；此外，还不排除有慢性中毒的可能，如强力霉素和链霉素。如果死亡率高，体重增加倍数也高的，表明这种抗菌素虽无拒食作用，但有毒性，如“4896”，内疗素 2 号和白霉素。如果死亡率高，并且体重增加倍数低的，便有两种可能性：一是抗菌素毒性高，故幼虫中毒死亡率高，未死亡的亦因中毒而生长受到抑制；另一是拒食作用强烈，多数幼虫饿死，未饿死的幼虫亦因取食少而生长受到抑制，如土霉素、春雷霉素、曲古霉素、“1254”等。其中也可包括引起幼虫全部死亡的放线菌酮、庆丰霉素和灭瘟素。

为了确定引起幼虫死亡率高的抗菌素是因高毒性还是因有强烈的拒食作用，我们对龄期较大的蜡螟进行了抗菌素注射试验。

注射试验所用的蜡螟体重为 30—50 毫克，以低温使幼虫停止活动后，溶在生理盐水

表 2 抗菌素对蜡螟幼虫生长和死亡的影响[1)]

抗菌素	原药浓度（单位或微克/毫克原药）	饲料中食量（原药重/饲料重）	体重增加指数[2)]	校正死亡率[3)]（%）	附注
氯霉素	996 单位	0.0050	77.6	0	
青霉素	1,953 单位	0.0050	96.1	0	
先锋霉素	（纯）	0.0050	88.3	0	
万古霉素	1,000 单位	0.0050	85.3	1.8	
杆菌肽	56—60 单位	0.0050	68.7	20.0	
利福平	900 单位	0.0050	73.8	0	
利福 SV	980 单位	0.0050	75.6	0	
抗敌素	6,424 单位	0.0050	79.5	22.2	
多粘菌素	（未知）	0.0050	78.0	0	日本进口，未标含量
内疗素 1 号	1,500 微克	0.0050	94.2	11.1	
内疗素 2 号	420 微克	0.0050	51.9	40.0	
放线菌酮	215 微克	0.0050	—	100	
链霉素	753 单位	0.0050	45.0	2.2	
双氢链霉素	750 单位	0.0050	49.0	15.6	
春雷霉素	850 单位	0.0050	4.0	88.9	
巴龙霉素	715 单位	0.0050	28.4	24.4	
卡那霉素	（未知）	0.0050	76.1	1.2	
卡那霉素 B	（未知）	0.0050	59.5	0.2	
新霉素	721 单位	0.0050	17.5	51.1	
新霉胺	1,000 单位	0.0050	25.4	57.8	
庆大霉素	601 单位	0.0100	27.4	72.0	食量为 0.005 时死亡为 46.7%
红霉素	880—890 单位	0.0050	55.5	2.4	
白霉素	（未知）	0.0050	58.3	24.4	日本进口，未标含量
济南霉素	935 单位	0.0050	19.8	33.3	
井冈霉素	（3% 溶液）	0.1670	17.9	44.0	
新生霉素	891 单位	0.0050	91.2	8.9	
多氧菌素	（未知）	0.0050	87.5	0	
“4896”	相当于多氧菌素 100 微克	0.0050	65.3	51.1	
庆丰霉素	250 微克	0.0200	—	100	
灭瘟素	780 单位	0.0050	—	100	
四环素	964 单位	0.0050	13.0	33.3	
土霉素	870 单位	0.0050	3.0	95.6	
金霉素	958 单位	0.0050	22.4	4.4	
强力霉素	850 单位	0.0050	39.0	0	
曲古霉素	8,191 单位	0.0005	19.1	62.0	含量为 0.005 时死亡率为 100%
制霉菌素	5,800 单位	0.0050	37.4	17.8	
“1254”	（10 微克/毫升）	0.0005	18.5	60.0	
“344”	（10 微克/毫升）	0.0005	41.1	60.0	

1) 蜡螟幼龄幼虫（体重约 2 毫克）以人工饲料加抗菌素原药在 35℃ 恒温饲养 7 天，计算其死亡率和体重增加倍数。人工饲料由玉米粉(8 克)、麦麸(5 克)、面粉(3 克)、酵母粉(2 克)充分混和后加市售蜂蜜、甘油(按体积为 1:1)在研钵中研匀。每次配制以充分混和的饲料干粉 8.25 克加抗菌素（粉剂）75 毫克在研钵中研匀，再加蜂蜜甘油混合物 6.75 克研匀。故抗菌素含量为 0.5%。对照组不加抗菌素。

2) 幼虫饲养 7 天后体重的增加倍数指数＝试验组增加倍数÷对照组增加倍数

3) 对照组平均死亡率以 10% 计算，用 Abbot 公式核正时以观察所得死亡率减 10%，再以 90%（即 1—10%）除即得。

中的抗菌素（浓度为 0.5%）用微量注射器注射 1 微升，也即抗菌素原药 5 微克。结果如表 3 所示。

表 3　注射抗菌素对蜡螟幼虫死亡率的影响

抗菌素	注射抗菌素单位	幼虫数	幼虫平均体重（毫克）	二天后核正死亡率（%）
灭瘟素	3.90	15	29.7	100
曲古霉素	40.96	10	—	100*
土霉素	4.35	25	51.8	13.0
春雷霉素	4.25	20	52.3	0
“4896”	0.50	25	48.8	8.7
新霉素	4.46	25	48.7	4.4
新霉胺	3.61	25	46.1	4.4
更生霉素	9.80	5	—	0
庆丰霉素	5.00	25	62.6	100

* 毒效快、注射后立即死亡。对飞蝗成虫注射量为每克体重约 40,000 单位时，在 1—8 分钟死亡。

表 3 说明灭瘟素、庆丰霉素、曲古霉素对蜡螟幼虫有明显的毒性。曲古霉素的毒效很快，以含原药 0.5—1.0 微克的生理盐水注入蜡螟幼虫体腔立即引起死亡。以浓度为每微升含曲古霉素原药 10 微克的溶液，对体重 1—2 克的东亚飞蝗体腔内注射 1 微升时，8—15 分钟即引起死亡；注射 0.5 微升经 3—6 小时引起死亡；注射 0.2 微升三天后死亡。另一方面，以土霉素、“4896”、新霉素和新霉胺对蜡螟幼虫进行体腔注射均显示出一定的毒效；但注射春雷霉素后饲养两天未见出现死亡。所以表 2 中所显示的春雷霉素对蜡螟的较高死亡率可能是因拒食作用所引起的。

我们见到对老龄蜡螟幼虫体腔注射灭瘟素生理盐水溶液，其死亡率系随溶液浓度的增加而增加。对于体重为 50—60 毫克的幼虫，如以注射后两天的死亡率为标准，灭瘟素原药的致死中量为 1.2 微克，也即为 0.94 单位。对低剂量灭瘟素注射后的幼虫，以人工饲料继续饲养，见到注射灭瘟素 0.5 微克的仍可继续发育，直到化蛹、羽化，并可有正常成熟卵产出。但注射 1.0 微克的幼虫无一能羽化。

三、对于粘虫的试验

从蜡螟的试验确定灭瘟素毒性最高；以此和从上海收集到的庆丰霉素、井冈霉素、“1254”、“344”和“231”在粘虫中进行了比较试验。

以灭瘟素水溶液涂在玉米叶上，干后喂养不同龄期的粘虫幼虫，结果如表 4、5 所示。

表 4 显示不同浓度灭瘟素溶液对三龄和六龄粘虫的毒效。表 5 说明不同龄期粘虫对同浓度溶液反应不同：老龄幼虫抗药性较强。浓度为 800 ppm 的灭瘟素溶液对玉米叶无药害。100 ppm 的灭瘟素不能引起五龄粘虫的死亡。

从上海收集到的六种抗菌素对 4—5 龄粘虫喷雾的效果如表 6 所示；其中浓度为每毫升含 1,250 单位的庆丰霉素对粘虫有一定的毒效。

上面已提到放线菌酮和春雷霉素在蜡螟幼虫的喂食试验中均有较高的毒性。但用放

表 4 不同浓度灭瘟素涂叶片对粘虫死亡率的影响

幼虫龄期	虫数	溶液浓度(ppm)	累计死亡率(%)		
			1天后	2天后	3天后
3 龄	25	800	12	44	100
	25	500	8	52	84
	20	200		25	50
	35	对照	0	0	0
6 龄	75	800	8	59	76
	75	500	2.7	20	33
	25	对照	0	0	0

表 5 灭瘟素涂叶片对不同龄期粘虫死亡率的影响

龄期	虫数	溶液浓度(ppm)	累计死亡率(%)		
			1天后	2天后	3天后
3 龄	20	800		100	
4 龄	25	800	80	84	84
5 龄	25	800	28	88	96
6 龄初	25	800	8	52	76
6 龄末	25	800	0	20	56
各龄对照	25	0	0	0	0

表 6 六种农用抗菌素喷雾对 4—5 龄粘虫死亡率的影响

抗菌素	1254	344	庆丰霉素	井冈霉素	2210	231
浓度	1,000 ppm	1,000 ppm	1,250 单位/毫升	1,000 ppm	1/10 发酵液	1/10 发酵液
三天后死亡率(%)	10	10	60	0	0	0

线菌酮油状物溶于少量丙酮中，加水稀释到 400、500 和 800 ppm，把这些溶液分别喷洒在玉米叶上，以此饲喂三龄粘虫，经二天后未见有死亡。此外，以春雷霉素进行同样的试验，见到浓度在 800 ppm 以下的溶液均未引起死亡；浓度为 1,500 ppm 的溶液喷洒后三天的死亡率为 12%。

四、对于棉铃虫的试验

以棉铃虫试验灭瘟素的毒效，并和庆丰霉素、春雷霉素、井冈霉素进行比较。

剪下带叶棉枝浸插在已配好的抗菌素溶液中二天(庆丰霉素一天)，取下叶片，放在培养皿中，各皿放入初孵棉铃虫 25 头，隔二天检查结果。表 7 列出幼虫的死亡率。

试验结果表明浸插在灭瘟素溶液中的叶片，幼虫取食后死亡率较高，春雷霉素和庆丰霉素的较低，而井冈霉素的无死亡。就幼虫的生长情况来讲，取食浸插在庆丰霉素和井冈霉素溶液中的叶片的幼虫有明显的生长，而灭瘟素和春雷霉素的仅稍有生长。

棉花的嫩叶易受药害，浸插在灭瘟素溶液中的棉枝嫩叶，即使浓度为 40 ppm，时间过

表 7 棉株浸插在抗菌素溶液后对初孵棉铃虫死亡率的影响

抗菌素	浓度	二天后幼虫死亡率 (%)	附注
灭瘟素	400 ppm	88	浸插二天，对嫩叶有药害
春雷霉素	400 ppm	33	浸插二天，对嫩叶无药害
庆丰霉素	32 单位/毫升	25	浸插一天，对嫩叶无药害
井冈霉素	400 ppm	0	浸插二天，对嫩叶无药害

久，也显出棕黑色。但取食浸插在不同浓度溶液中的棉叶的幼虫的反应不同，如表 8 所示。

表 8 棉株浸插在灭瘟素溶液后对初孵棉铃虫死亡率的影响

溶液浓度 (ppm)	400	200	160	80	40
浸插时间	2 天	2 天	1 天	1 天	1 天
二天后幼虫死亡率	99.2	96.3	23.3	15.1	0

根据在水稻上的观察，灭瘟素溶液喷洒在稻叶上以后主要留在叶片表面，渗透入组织中被输导到别处的很少。但遇到叶片有破损处，便能进入组织，并主要向上部输导 (Yamaguchi 等, 1972)。在本试验中用剪下的棉枝，灭瘟素的内吸作用是明显的。

除了以棉枝浸插在灭瘟素溶液中外，也曾以不同浓度的灭瘟素溶液喷洒在棉叶上，待干后放在培养皿中饲养初孵的和三龄棉铃虫，结果列于表 9。此试验表明浓度在 500 ppm 以上时效果较好，而在 80 ppm 以下的近乎无效。

表 9 灭瘟素溶液喷洒在棉叶上对棉铃虫死亡率的影响

溶液浓度 (ppm)	幼虫龄期	三天后幼虫死亡率	附注
800	三龄	94.4	对棉叶有药害
500	三龄	88.8	对棉叶有药害
240	初孵	53.3	对棉叶有药害
200	三龄	66.6	对棉叶有药害
160	初孵	33.3	对棉叶有药害
80	初孵	1.0	对棉叶有药害
40	初孵	2.3	短时间内药害不明显

五、对于桃蚜的试验

以上的几种试验对象都是咀嚼口器的害虫。除了将抗菌素混入饲料饲喂蜡螟，涂在玉米叶上饲喂粘虫外，还在棉铃虫试验中初步观察了通过棉株对抗菌素的内吸作用所起的影响。蚜虫是农业上的重要害虫，具刺吸口器。有关抗菌素对蚜虫影响的研究，在文献中曾有较多的报道 (Ehrhardt 和 Schmutterer, 1966; Tayarai, Ehrhardt 和 Schmutterer, 1967; Mittler, 1971; Lal, 1971a, 1971b, 1972)。由于蚜虫与体内的共生微生物在营养上有密切

的关系 (Ehrhardt, 1968),抗菌素可能先作用于共生微生物,因而改变蚜虫的生理状态,使其更易感受杀虫药剂的作用。我们试验了几种抗菌素浸插植株和喷洒在叶片上对桃蚜的影响。

第一部分的试验是用嫩桃枝浸插在浓度为 0.1% 的抗菌素水溶液中 (pH 6—7, 多数为 6.5)。桃枝浸插在溶液中过夜,使其能发生内吸。第二天将桃蚜(绝大多数为三龄若虫)移接到桃叶上, 每枝移接 75 头, 然后用大形玻管(上口用纱布蒙住)将桃枝套住以防外来干扰, 经 24 小时检查结果。温度 21℃ 左右, 每天光照约 14 小时。两次试验的平均结果如表 10 所示。

表 10 桃枝浸插在抗菌素溶液后对桃蚜的影响

抗菌素	蚜虫数量下降 (%)	附注
灭瘟素	100	桃叶显药害
强力霉素	100	桃叶正常
利福平	94.8	桃叶显药害
氯霉素	75.8	桃叶显药害
土霉素	63.2	桃叶显药害
巴龙霉素	56.8	桃叶正常
新生霉素	55.8	桃叶显药害
杆菌肽	53.3	桃叶显药害
4896	37.5	桃叶正常
曲古霉素	33.8	桃叶正常
红霉素	21.7	桃叶正常
万古霉素	18.9	桃叶正常
链霉素	14.1	桃叶正常
先锋霉素	9.0	桃叶正常
春雷霉素	8.7	桃叶正常
金霉素	7.4	桃叶正常
四环素	7.3	桃叶正常

表 11 油菜叶上喷洒抗菌素溶液后对桃蚜的影响

抗菌素	蚜虫数量下降(%)		附注
	A	B	
放线菌酮	87.5	70.0	药害明显
土霉素	71.5	70.0	药害明显
氯霉素	71.0	0	
内疗素	67.1	增多	
庆丰霉素	65.0	100.0	
灭瘟素	63.7	36.7	
巴龙霉素	62.5	增多	
济南霉素	58.2	90.0	
新霉素	56.3	增多	
双氢链霉素	55.2	增多	
链霉素	53.8	10.0	
利福平	43.5	—	
制霉素	24.4	—	
先锋霉素	20.8	—	
庆大霉素	18.8	—	
金霉素	14.3	—	
红霉素	—	32.3	
4896	—	28.0	

试验结果表明对桃叶有药害的抗菌素有: 灭瘟素、利福平、氯霉素、土霉素、新生霉素、杆菌肽等。一般来讲, 受药害的桃叶上蚜虫数量下降的百分率虽较高, 但对不同抗菌素有不同的反应。

此试验的缺点除有药害外,还有移接的蚜虫原在油菜上培养,当移接到桃叶上后多数能定居取食, 但有的爬行较久, 可能对新食料植物不习惯。因此,我们选择生长较好的油菜苗,拔起后分别以根部插入有营养液的试管中, 每株上移接一定数量的蚜虫, 待蚜虫在叶片上稳定后,喷洒浓度为 800 ppm 的抗菌素溶液,隔 24 小时检查结果。表 11 A 列出引起蚜虫数量下降的抗菌素顺序。除在表上所列出的抗菌素外, 尚有四环素、杆菌肽、强力霉素、春雷霉素、青霉素、白霉素、利福 SV、曲古霉素等八种, 喷洒这八种抗菌素溶液的油菜苗上的蚜虫数量非但没有下降,反而有了增长。

另一个试验是从栽培在温室并有桃蚜繁殖为害的油菜上剪下叶片, 除去上面的大蚜虫, 留下小蚜虫, 计数每叶片上蚜虫的数目 (8—75 个)。将叶片插在营养液中, 喷洒 800

ppm 的抗菌素溶液，经 48 小时后，检查叶片上蚜虫数量的变化。表 11 B 列出此试验的结果，其中经二天后蚜虫数量增多，与上次试验结果相反的有内疗素、巴龙霉素、新霉素和双氢链霉素。上次试验未用的抗菌素有红霉素和“4896”。从表 11 可见两次试验中均导致蚜虫数量下降的有：对油菜产生药害的放线菌酮和土霉素和无药害的庆丰霉素、灭瘟素、济南霉素和链霉素。

实行以上方法就必然要改变油菜的状况，而且在喷洒抗菌素溶液前后需要计数叶片上蚜虫的数目，如果蚜虫多就很费工，特别在喷前会对蚜虫产生一定的干扰，影响结果。

表 12 油菜叶上喷洒抗菌素溶液后对桃蚜的影响

抗菌素	溶液浓度 (ppm)	喷前蚜虫数	喷后天数	蚜虫数量变动 (喷前蚜虫数:喷后蚜虫数)
放线菌酮	800	78	1	1:0.31
		47	1	1:0.43
灭瘟素	800	38	1	1:0.71
		56	1	1:0.61
春雷霉素	800	91	1	1:0.94
		103	1	1:1.64
四环素	800	59	1	1:0.88
		94	1	1:0.98
		69	1	1:0.88
土霉素	800	144	1	1:0.50
		63	1	1:0.65
		77	1	1:0.55
		107	1	1:0.52
		85	1	1:0.63
		251	1	1:0.38
庆丰霉素	500	110	1	1:0.46
		65	1	1:0.65
		158	2	1:0.72
		443	2	1:0.30
	300	119	2	1:0.42
		117	2	1:0.49
	100	166	2	1:0.58
		244	2	1:0.74
	80	378	2	1:0.44
		122	2	1:0.77
	50	167	2	1:1.26
		60	2	1:1.58
对照	—	157	1	1:1.18
		107	1	1:0.96
		46	1	1:1.06
		193	2	1:1.00

因此，我们对栽培在温室中已有蚜虫在上繁殖的油菜选择适当的叶片，先照相，然后喷洒一定浓度的抗菌素溶液，经 1 天或 2 天后再行照相，比较同一叶片的两张照片里等面积叶面内的蚜虫数，结果如表 12 所示。

从表 12 可以见到对照组(喷自来水)的叶片经 1 天或 2 天后蚜虫数量变动不大。800 ppm 的放线菌酮对油菜叶片药害较重，所以蚜虫数量下降幅度较大；土霉素的药害稍轻，下降幅度较小。浓度同为 800 ppm 的灭瘟素、四环素和春雷霉素的效果以春雷霉素的最差，四环素次之，灭瘟素最好。这和表 10 的结果大致符合。从表 11 已可见庆丰霉素的效果最好；从表 12 可看出按溶液浓度来进行比较时庆丰霉素优于灭瘟素。庆丰霉素浓度为 80 ppm 时对蚜虫仍显示有较好的效果，但在 50 ppm 时对蚜虫数量增长便无抑制作用。

图版 I 图 1—8 表示油菜叶片上在喷洒抗菌素溶液（对照喷自来水）前后蚜虫数量的变化，说明这方法比较可靠。

六、总结和讨论

本工作收集了近四十种抗菌素(其中农用的十四种)，对蜡螟、粘虫、棉铃虫、桃蚜进行了毒效试验。结果表明同一抗菌素对不同昆虫的毒效不同：在蜡螟中以放线菌酮、庆丰霉素、灭瘟素、土霉素、春雷霉素等效果较好；对于粘虫和棉铃虫，只有灭瘟素毒效最佳；但对桃蚜，则灭瘟素的效果不及庆丰霉素。灭瘟素和庆丰霉素同为胞嘧啶核甙类的抗菌素，都是碱性水溶性的。在棉铃虫的试验中，以浸插棉株的方法显示灭瘟素的毒效大于庆丰霉素，可能是由于灭瘟素在切断的棉株中有较大的内吸作用之故。灭瘟素、庆丰霉素、春雷霉素均为对稻瘟病有良好防治效果的农用抗菌素，它们在稻田使用后对于各种水稻害虫有什么影响，是值得进一步研究的。

土霉素对蜡螟和蚜虫都有毒效。文献中曾有报道四环素、土霉素、氯霉素、金霉素对于豆卫矛蚜（*Aphis fabae*）的影响（Ehrhardt 和 Schmutterer, 1966)。在我们的试验中土霉素对桃叶、油菜都有药害，并且是医用抗菌素；为了避免对人畜致病菌引起抗药性，不宜广泛用于防治害虫。

在实验室的试验中，对具咀嚼口器昆虫有效的抗菌素应查明它们的效果确系由于毒性，还是由于拒食作用。我们这次所使用的春雷霉素便是一个例子。通过对蜡螟幼虫体腔注射的试验，证明它没有什么毒性；从喷洒棉叶和油菜的试验结果来看，它对棉铃虫和桃蚜的效果也不高。所以蜡螟对它的反应（见表 2)，很可能是由拒食作用引起的。微生物的代谢产物中，如果有某种成分虽毒效不高，但对昆虫有强烈的拒食作用，并在植物体内可被输导（内吸作用），那么这样的物质是可用来防治农作物害虫的。我们应注意抗菌素工业生产的副产品中是否有这类物质。

总的来讲，抗菌素对昆虫的作用可分为两个方面：其一是影响昆虫本身的代谢，如抗霉素和杀青虫素（piericidin)，对昆虫细胞呼吸链的某环节产生抑制作用，使昆虫迅速死亡(Tamura 等，1963)；也可影响表皮几丁质以及核酸和蛋白质的合成，从而抑制昆虫的生长和繁殖（Sweeley 等，1970；Levinson，1975)。我们所用的曲古霉素在注射试验中对昆虫有较快的毒效，这种作用可能即表 1 所列出的影响细胞膜的透性所引起的。影响核酸和蛋白质合成的抗菌素多数是根据对细菌作用的研究结果；所以对昆虫的作用又涉及昆虫

细胞有无与细菌细胞类似的结构，以及抗菌素进入昆虫消化道后能否进入体液与各种组织的细胞起作用的问题。抗菌素对昆虫作用的专一性可能与此问题有关。实际上，有的抗菌素衍生物确曾被用来作为昆虫的不育剂而被研究过（Borkovec 等，1971）。

抗菌素对昆虫的另一作用是影响昆虫体内的微生物区系，其中包括致病体和某些在昆虫营养上不可缺少的共生微生物。在实践中，前者可利用于益虫（如桑蚕）的饲养中，后者可利用于防治某些繁殖较快的害虫（如蚜虫），使其失去共生物，改变其生理状态，降低其抗药性（Lal, 1971），使其更易于防治。从害虫综合防治的角度来考虑，抗菌素对昆虫作用的专一性明显，用量较小，残留时间短，若能通过植物内吸，对天敌的影响小，有它的优点。所以应用抗菌素于害虫防治上应该认为是一个值得研究的问题。

抗菌素既是微生物的代谢产物，利用抗菌素防治害虫实际也即为“以菌治虫”的一个方面。从昆虫代谢的生物化学角度来看，它和应用昆虫致病微生物防治害虫的方法可以密切联系起来。例如苏芸金杆菌的 β 外毒素便是一种核甙类物质，它对家蝇幼虫等毒效很高，并影响它们的形态发生（冯喜昌等，1975）。我们曾以灭瘟素和庆丰霉素进行试验，它们对家蝇幼虫虽有毒效，但与 β 外毒素不同，不影响它们的形态发生。所以对这方面的研究，不论在应用上和理论上都有一定的意义。

参　考　资　料

冯喜昌等 1975 苏芸金杆菌 β-外毒素的研究。昆虫学报 **18**(4):374—82。

Borkovec, A. *et al.* 1971 Chemosterilization of houseflies with anthramycin methyl ether. *J. econ. Ent.* **64**:983—4.

Ehrhardt, P. 1968 Nachweis einer durch symbiotische Mikroorganismem bewirkten Sterinsynthese in künstlich erhähren Aphiden. *Experientia* **24**:82.

Ehrhardt, P. & H. Schmutterer 1966 Die Wirkung verscheidener Antibiotica auf Entwirklung und Symbionten künstlichernährter Bohnenblattläuse (*Aphis fabae* Scop.). *Z. Morphol. Oekol. Tiere.* **56**:1—20.

Ehrhardt, P. *et al.* 1966 Die Wirkung verschiedenar, über die Pflanze zugefuhrter Antibiotica auf Entwirklung und Fertilität der schwarzen Bohnenblattlaus, *Aphis fabae. Ent. exp. appl.* **9**:332—42.

Kido, G. S. & E. Spyphalski 1950 Antimycin A, an antibiotic with insecticidal and miticidal properties. *Science* **112**:172.

Lal, O. P. 1971 A new approach to fight aphids with low concentrations of insecticides in combination with antibiotics and surfactant. *Z. angew. Entomol.* **68**:314—21.

Lal, O. P. 1971 Effect of some antibiotics and sulphamilamide on *Aphis fabae* Scop. *Z. angew. Entomol.* **68**:158—63.

Lal, O. P. 1972 Effect of certain antibiotics on the development and reproductivity of *Lipaphis erysimi* Kalt on cabbage plant. *Z. angew. Entomol.* **70**:82—8.

Lemin, A. J. & P. W. O'Connel 1966 Pactamycin insecticide. U. S. Patent 3, 272, 697 Sept. 13. Sparsomycin insecticide. U. S. Patent 3, 272, 698 Sept. 13.

Levinsion, H. Z. 1975 Possibilities of using insectistatics and pheromones in pest control. Naturwis. 1975 Heft 6, p. 272.

Meltzer, J. 1972 MYC 8005, an antibiotic against spider mites: 2. Growth inhibition and pseudosterilization in insects and mites. *Neth. J. Plant Path.* 78 (3):77—88. (*Abst. Entomol.* 4 (2): 13402, 1973).

Mittler, T. E. 1971 Some effects on the aphid *Myzus persicae* of ingesting antibiotics incorporated into artificial diets. *J. Ins. Physiol.* **17**:1333—47.

Muniappan, R. & K. L. Starkes 1971 Effects of antibiotics on green bugs on small grains. *J. econ. Ent.* **64**:333—5.

Murthy, M. R. V. & M. Sreenivasaya 1953 Effect of antibiotics on the growth of the silkworm,

Bombyx mori L. *Nature* **172**:684—5.
O'Connell, P. W. 1966 Porfiromycin insecticide. U. S. Patent 3,272,696. Sept. 13.
Sweeley, C. C. *et al.* 1970 Effect of polyene macrolides on growth and reproduction of *Musca domestica* and on the uptake of cholesterol in *Galleria mellonella* larvae. Chemico-biological Interactions **2**:247—53.
Tamura, S. *et al.* 1963 Isolation and physiological activity of piericidin A, a natural insecticide produced by Streptomyces. *Agr. Biol. Chem.* **27**:576—582.
Tayarai, S., P. Ehrhardt & H. Schmutterer 1967 The effect of certain antibiotics on reproduction of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. *Ann. appl. Biol.* **59**:13—21.
Verma, S. K. & K. S. Kushwaha 1971 Effect of four tetracycline antibiotics on the growth of silkworm (*Bombyx mori* L.). *Indian J. Agric. Sci.* **41**:1009—17.
Yamaguchi, I. *et al.* 1972 The sites for degradation of Blasticidin S. *Agric. Biol. Chem.* **36**:1714—27.

EXPERIMENTS ON THE TOXICITIES OF ANTIBIOTICS TOWARDS SOME PEST INSECTS

INSECT METABOLISM SECTION, DIVISION OF INSECT PHYSIOLOGY, PEKING INSTITUTE OF ZOOLOGY, ACADEMIA SINICA

In the present work about forty antibiotics were tested for their toxicities on the larvae of the great wax moth, *Galleria mellonella*, the armyworm, *Leucania separata*, the cotton bollworm, *Heliothis armigera*, and the green peach aphid, *Myzus persicae*. It was found that the antibiotics are rather specific in their mortality effects towards different insect species. When mixed in an artificial diet actinomycin D, qingfengmycin, blasticidin S, terramycin and kasugamycin caused relatively high mortality rates on *Galleria mellonella*. But for the armyworm and the cotton bollworm only blasticidin S was effective when the solution was applied to the corn and cotton leaves respectively, and for *Myzus persicae* qingfengmycin was better than blasticidin S. The factor causing mortality in different insect species has been tested and discussed.

中国科学院北京动物研究所昆虫生理研究室代谢组：
抗菌素对于数种害虫的毒效试验

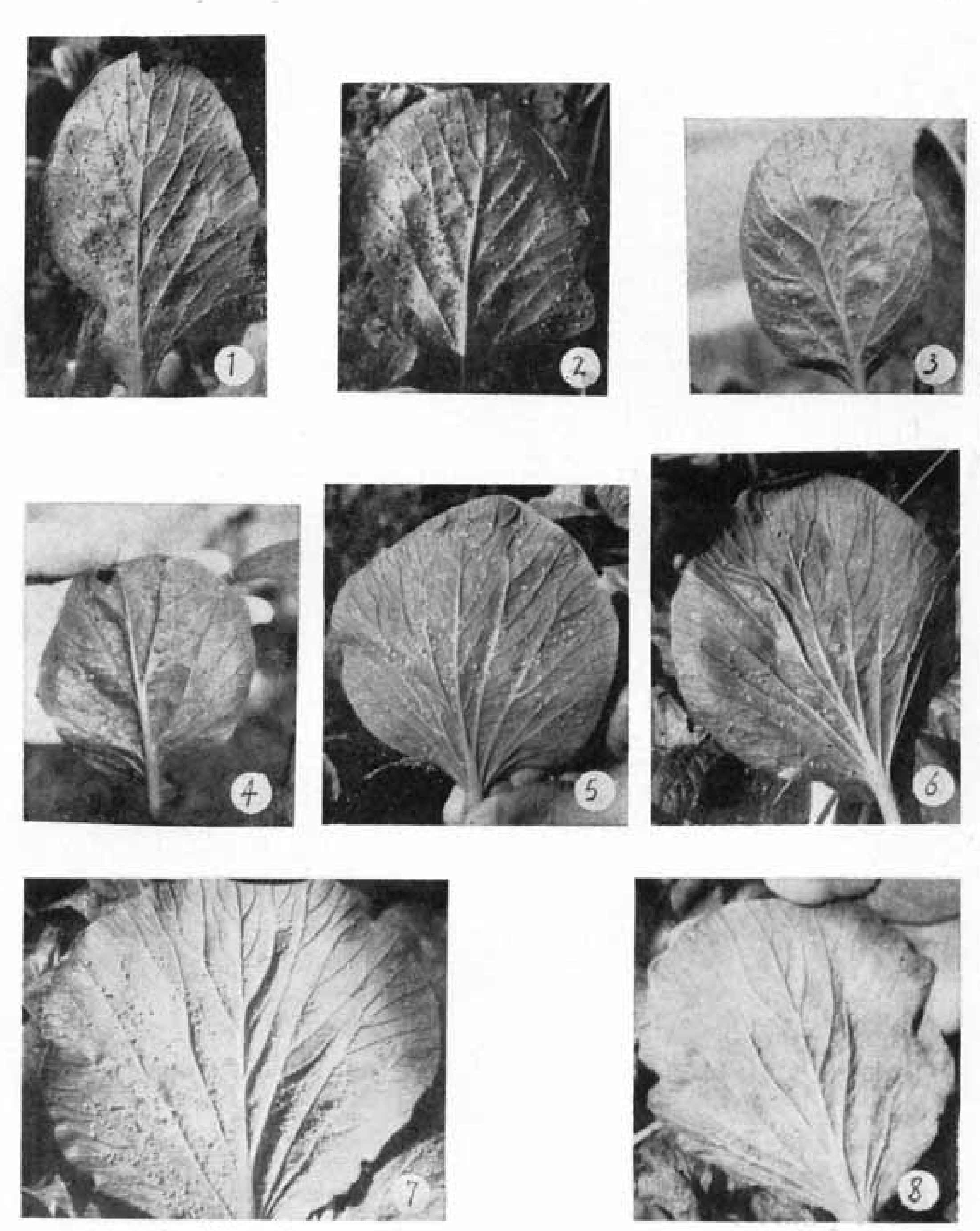


图 1　喷自来水前；图 2　同叶喷自来水后 2 天；对照组。图 3　喷土霉素 800 ppm 溶液前；图 4　同叶喷土霉素 800 ppm 溶液后 1 天。图 5　喷庆丰霉素 300 ppm 溶液前；图 6　同叶喷庆丰霉素 300 ppm 溶液后 2 天。图 7　喷庆丰霉素 500 ppm 溶液前；图 8　同叶喷庆丰霉素 500 ppm 溶液后 2 天。